

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-065705

(43)Date of publication of application : 10.03.1995

(51)Int.Cl. H01J 1/30
H01J 9/02

(21)Application number : 05-235966

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 30.08.1993

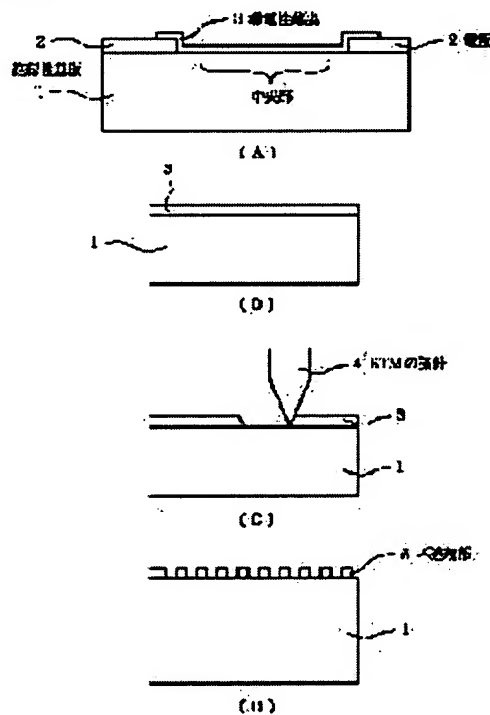
(72)Inventor : MATSUTANI SHIGEKI
ASAI AKIRA
YAMAMOTO KEISUKE
NOMA TAKASHI
OKUDA MASAHIRO
SUGIOKA HIDEYUKI
OSADA YOSHIYUKI

(54) ELECTRON EMISSION ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable the arrangement of electron emission part fine particles or the design of its material, and lessen the dispersion between elements, and enable the enlargement of an emitted electron current by fairing or processing a fine particle dispersed type of film, using the probe of a scanning tunneling microscope.

CONSTITUTION: Film sections left behind the cutting of a conductive film 3 with the probe 4 of a scanning tunneling microscope (STM) effectively serve as a particles dispersed type of film. At that time, the fine particles are controlled to be in specified position by the positional control of the probe 4 of the STM and to have such cross sections as to be electrically discontinuous (D). Hereby, the design of the arrangement of the fine particles of an electron emission part becomes possible, and the improvement of an element is facilitated, and the dispersion between elements decreases sharply. Moreover, the material of the fine particles can be selected freely, and even a material small in work function can be used without being confined to gold, silver, etc., and the enlargement of the current of emitted electrons becomes possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

BEST AVAILABLE COPY

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2854224

[Date of registration] 20.11.1998

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-65705

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J	1/30	Z		
	9/02	B 7354-5E		

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平5-235966	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成5年(1993)8月30日	(72) 発明者	松谷 茂樹 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72) 発明者	浅井 朗 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(72) 発明者	山本 敬介 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 渡辺 徳廣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 電子放出部となる微粒子配置の設計が可能で、素子間のバラツキが少なく、微粒子の材料も自由に選択でき、放出電子の電流の大電流化が可能な電子放出素子およびその製造方法を提供する。

【構成】 走査トンネル顕微鏡の探針を使用して形成された微粒子分散型薄膜を電子放出部として有する電子放出素子。絶縁体上に形成された導電性のある薄膜を走査トンネル顕微鏡の探針によって切削し、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 走査トンネル顕微鏡の探針を使用して設計されたように、整形又は加工する事により形成された微粒子分散型薄膜を電子放出部として有することを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】 走査トンネル顕微鏡の探針を使用し形成された微粒子分散型薄膜の微粒子を2次元直交系に従って配置の周期およびその位相を一定になるように制御された事を特徴とする請求項1記載の電子放出素子。

【請求項3】 前記微粒子の半径が1nm～数十nmである請求項1または2記載の電子放出素子。

【請求項4】 絶縁体上に形成された導電性のある薄膜を走査トンネル顕微鏡の探針によって切削し、微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

【請求項5】 絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって導電性のある微粒子を格子状に配置、形成することにより、微粒子分散型薄膜を形成し、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

【請求項6】 絶縁体上に形成された導電性のある薄膜上に電子線用感光材薄膜を形成し、走査トンネル顕微鏡の探針によって電子あるいは電界によって露光現像、あるいは感光材の切削を行い、その後エッチングを行うことにより微粒子分散型薄膜を形成し、そのことによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

【請求項7】 絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針の針先を離脱させる事により微粒子を格子状に配置、形成することにより、微粒子分散型薄膜を形成し、そのことによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

【請求項8】 絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって結晶核成長を促す核を格子状に配置し、核成長を行うことにより導電性を持った微粒子を形成し、そのことによって微粒子分散型薄膜を形成し、電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法。

【請求項9】 前記微粒子の半径が1nm～数十nmである請求項4乃至8のいずれかの項記載の電子放出素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子放出素子およびその製造方法に関し、特に電子の放出を利用する分野、例えば露光装置、テレビジョン等の表示装置、記録装置等の電子放出装置に用いられる電子放出素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子放出素子としては、熱電子源と冷陰極電子源の2種類が知られている。冷陰極電子源には電界放出型(FE)、金属/絶縁層/金属型(以

2

下、MIMと略す)や表面伝導型電子放出素子(SCE)等がある。

【0003】 電界放出型の例としては、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956) および C. A. Spindt, "Physical properties of thin film-field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等が知られている。

【0004】 MIM型の例としては、C. A. Mead, "The tunnel-emission amplifier", J. Appl. Phys., 32, 646 (1961) 等が知られている。

【0005】 SCE型の例としては、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10 (1965) 等がある。SCEは基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。

【0006】 この表面伝導型電子放出素子(SCE)としては、前記エリソン等によるSnO₂薄膜を用いたもの、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、In₂O₃/SnO₂薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久他: 真空, 第26巻, 第1号, 22頁(1983)]等が報告されている。

【0007】 これらの表面伝導型電子放出素子の典型的な素子構成として前述のM. ハートウェルの素子構成を図9(A), (B)に示す。同図において1は絶縁性基板、2は電極である。3は電子放出部形成用薄膜で、スパッタで形成されたH型形状の金属酸化物薄膜等からなり、後述のフォーミングと呼ばれる通電処理により電子放出部6が形成される。

【0008】 従来、これらの表面伝導型電子放出素子においては、電子放出を行う前に電子放出部形成薄膜3を予めフォーミングと呼ばれる通電処理によって電子放出部6を形成するのが一般的であった。即ち、フォーミングとは、図9(A)の前記電子放出部形成用薄膜3の両端に電圧を印加通電し、電子放出部形成用薄膜を局部的に破壊、変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態にした電子放出部6(図9(B))を形成することである。このとき、電子放出部6は微粒子が分散された薄膜になることが知られ、以下この部分を電子放出部形成用薄膜と呼ぶ。なお、電子放出部6は電子放出部形成用薄膜3の一部に亀裂が発生しその亀裂付近から電子放出

が行われる場合もある。

【0009】前記フォーミング処理をした表面伝導型電子放出素子(図9(B))は上述の電子放出部を含む薄膜3に電圧を印加し、素子表面に電流を流すことにより、上述の電子放出部6より電子を放出せしめるものである。

【0010】一方、走査トンネル顕微鏡(以下、STMと称す)は探針と物体表面の量子力学的、トンネル電流を計測しながら探針を走査制御する事によって、物体表面の凹凸あるいは電子状態を観察できる装置で、表面物性分野の実験装置として開発され、現在多くの実験データを提供している。しかしながら、近年STMの探針を利用した微細加工が注目を浴びている。これには多くの方法が存在し、多くの総合報告が行われている。例えば、細木茂行、長谷川剛、「応用物理学会誌」第62巻、第2号、(1993年)155頁～159頁にある。

【0011】それらの原理としては、1)探針で直接物質表面を削る電界蒸発による方法、2)探針と原子との電磁相互作用によって、着目した原子を探針の先に電気的に吸着、脱離させる事によって、所望の表面物体上位位置に着目した原子を移動する方法、3)探針によって、電子をまたは電界によって露光させる方法、4)探針の針先の原子を離脱させる事によって原子群を物質表面に配置させる方法等が挙げられる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の様な従来の(表面伝導形)電子放出素子には、次のような問題点があった。

1)微粒子の配置に関する設計が不可能なため素子の改良が難しく、素子間のバラツキも生じやすい。
2)フォーミング工程の際に大電流が流れる為、絶縁性基板が破壊しやすくマルチ化が難しい。
3)微粒子の材料が金、銀、 SnO_2 、ITO等に限定され、また仕事関数の小さい材料が使えないため、放出電流を大きくすることができない。

【0013】本発明は、この様な従来技術の欠点を改善するためになされたものであり、電子放出部となる微粒子配置の設計が可能で素子の改良が容易になり、素子間のバラツキが少なく、微粒子の材料も自由に選択して使用が原理的に可能となり、放出電子の電流の大電流化が可能な電子放出素子およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記問題点を鑑みて検討した結果、本発明において、走査トンネル顕微鏡の探針を使用して、人工的に形成された微粒子分散型薄膜を電子放出部として持つことを特徴とする電子放出素子及びその製造方法を提案する。

【0015】即ち、本発明は、走査トンネル顕微鏡の探

針を使用して設計されたように、整形又は加工する事により形成された微粒子分散型薄膜を電子放出部として有することを特徴とする電子放出素子である。

【0016】また、本発明は、絶縁体上に形成された導電性のある薄膜を走査トンネル顕微鏡の探針によって切削し、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法である。

【0017】また、本発明は、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって導電性のある微粒子を格子状に配置、形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成し、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法である。

【0018】また、本発明は、絶縁体上に形成された導電性のある薄膜上に電子線用感光材薄膜を形成し、走査トンネル顕微鏡の探針によって電子あるいは電界によって露光現像、あるいは感光材の切削を行い、その後エッチングを行うことにより実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法である。

【0019】また、本発明は、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針の針先を離脱させる事により微粒子を格子状に配置、形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法である。

【0020】また、本発明は、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって結晶核成長を促す核を格子上に配置し、核成長を行うことにより導電性を持った微粒子を形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成し、電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法である。

【0021】このような製造方法によって、微粒子配置を制御された微粒子分散型薄膜によって形成された電子放出素子において、実効的に形成された微粒子分散型薄膜の微粒子を2次元直交系に従って配置の周期、およびその位相を一定になるように制御された事を特徴とする電子放出素子が形成される。また、前記微粒子の実効的半径が1nm～数十nmであるのが好ましい。

【0022】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。

【0023】実施例1

本実施例ではSTMの探針によって物理的に切削することによって、絶縁体上に形成された導電性のある薄膜を走査トンネル顕微鏡の探針によって切削し、実効的に微粒子分散型薄膜を形成することによって電子放出部を形成する電子放出素子の製造方法及び素子について述べる。

【0024】図1(A)及び(B)は本発明の電子放出

5

素子の平面概略図であり、図2は本実施例の製造方法を示す説明図で、素子の断面にあたるものである。図1、2において、1は絶縁性基板であり、SiO₂または青板ガラス等の絶縁体によって形成されている。3は導電性を持った薄膜で、金属あるいは半導体、あるいは金属酸化物等の物質からなり、本実施例では真空蒸着等によって形成される。しかしながら、薄膜の形成方法、材質の違いは、本発明のSTMを使用した製造による電子放出素子の基本的概念から鑑みれば、本質的でないことは明かである。つまり、導電性を持った薄膜の材料は電子放出素子として成り得るものであれば種類は問わない。

【0025】図1及び2において、2は電極であり、素子形成後においては電子の放出電流を生むため、左右に制御された電圧が印加される事となる。しかしながら、電極の工程内での形成時期、形成方法は、本発明のSTMを使用した製造による電子放出装置の基本的概念から鑑みれば、本質的でないことは明かである。本実施例においては、薄膜の形成前にレジストにパターンニング露光をした後に真空蒸着及びリフトオフ法によって図1及び2のように形成してある。

【0026】図2(B)、(C)、(D)は、基板、導電体薄膜の素子中央部分の断面図である。4はSTMの探針である。図2(B)のように、探針4によって薄膜3を切削し、残った薄膜部分が実効的に微粒子分散型薄膜になるように形成する。その際、STMの探針の位置制御によって、上記の図1(A)あるいは図1(B)となるように、形成された微粒子は、制御された位置にあるように、また電氣的に不連続になるように(図2(D))のような断面を持ち得るように形成される。このようにして得られた微粒子分散型薄膜は、従来例であ

げた微粒子分散型薄膜と同様に電子放出を行うことは容易に判明する。

【0027】ここで、図1(A)と(B)の差異について述べる。微粒子分散型薄膜の形成において、STMの位置制御の精度に依存して、実際の工程では、設計上要求されるように同一間隔で微粒子を配置できないことが起こる。例えば、電界放出においては、微粒子間の距離依存性が強く、制御して配置したつもりが、却って不均一性を増す事を起こす事がある。本発明の電子放出素子においても、その微粒子間隔依存性は強い事が知られている。そのため、STMの精度によっては、図1(A)のような設計をせず、図1(B)のように、設計上各粒子間の位相をずらすように設計してもよい。この事によって、最隣接点は2倍となり、STMの位置精度の不良による設計位置とのズレは、最隣接点の増加による平均効果によって緩和され、位置電子放出の不均一性は改善されることとなり、設計上期待される電子放出均一性を得られる事となる。

【0028】ここで、本実施例では、位相を180度、

6

あるいは0度のもののみを例に挙げたが、各列間あるいは各行間の位相あるいは、周期的変化の具合を設計時に変化、変調させる事は容易であり、本発明の方法を使用すれば可能である。

【0029】また更に、図1(A)、(B)において、微粒子の縦方向の数、横方向の数は、厳密な意味は持たず、複数個(1個を含む)であれば問題ない。特に、紙面横方向、即ち電極間の断面上に存在する微粒子の数は、素子の特性に依存して、特に制御されるものであり、最小1個から、1000個またはそれ以上まで、多くの素子形状がある。本発明の素子はそれらの素子をも含むものである。

【0030】実施例2

本実施例においては、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって導電性のある微粒子を格子状に配置、形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成し、電子放出部を形成するような製造方法及び素子について述べる。

【0031】図3は、素子の製造課程における断面図であり、図2(A)と同様に、電極2が両側に形成され、導電性薄膜3が形成されている。1は基板である。図3(B)は図3(A)を従来例でのべた微粒子分散型薄膜を従来例で述べた方法(電氣的フォーミングを行って)で形成した電子放出素子の断面図である。6は微粒子分散型薄膜の電子放出部であり、ランダムに微粒子が形成されている。これを、図3(C)となるように、STMの探針4を使用して、原子を数個づつ移動させ、最終的に所望の整形された微粒子配列(図3(C)の不連続部5)となるように並べ代える。STMは図4に示すように電氣的相互作用によって探針の針先に原子7を付着させる事によって図4(A)の位置から図4(B)の位置まで移動が可能である。

【0032】この際、図5のように形成される従来例の不連続薄膜(図3(B)、図5、6)中、最も微粒子の整形しやすい部分9のみを上記の方法で整形し、他の部分を8のように電氣的に断線しても良い。断線の方法を例えば、実施例1で述べたSTMを使用する方法があるが、例えば、パターンニング露光等の、他の方法を利用しても問題はない。

【0033】本実施例では、微粒子を並べ代えると云う思想で、移動させる原子源としては、微粒子を利用したが、移動させる原子は、素子の近傍、別の場所に、原子の源として、欲する原子の集合をおいておいても良い。

【0034】また、微粒子の配置については、実施例1で述べたように、STMの位置制御の精度に依存して、実際の工程では、設計上要求されるように同一間隔で微粒子を配置できないことが起こる。例えば、電界放出においては、微粒子間の距離依存性が強く、制御して配置したつもりが、却って不均一性を増す事を起こす事がある。本発明の電子放出素子においても、その微粒子間隔

7

依存性は強い事が知られている。そのため、STMの精度によっては、図1(A)のような設計をせず、図1(B)のように、設計上各粒子間の位相をズラすように設計してもよい。この事によって、最隣接点は2倍となり、STMの位置精度の不良による設計位置とのズレは、最隣接点の増加による平均効果によって緩和され、位置電子放出の不均一性は改善されることとなり、設計上期待される電子放出均一性を得られる事となる。

【0035】ここで、本実施例では、位相を180度、あるいは0度のもののみを例に挙げたが、各行間あるいは各行間の位相あるいは、周期の変化の具合を設計時に変化、変調させる事は容易であり、本発明の方法を使用すれば可能である。

【0036】また更に、図1(A)、(B)において、微粒子の縦方向の数、横方向の数は、厳密な意味は持たず、複数個(1個を含む)であれば問題ない。特に、紙面横方向、即ち電極間の断面上に存在する微粒子の数は、素子の特性に依存して、特に制御されるものであり、最小1個から、1000個またはそれ以上まで、多くの素子形状がある。本発明の素子はそれらの素子をも含むものである。

【0037】実施例3

本実施例では、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針によって結晶核成長を促す核を格子状に配置し、核成長を行うことにより導電性を持った微粒子を形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成し電子放出部を形成するという製造方法及び素子について述べる。

【0038】図6は電子放出素子の断面図であり、図1同様に、電極2が両側に形成されている。1は基板である。実施例2と同様に、図4のようにSTMを使用し、原子を数個づつ、移動させ、最終的に欲する任意の微粒子配列が形成されるような結晶核成長を促す核を並べている。

【0039】本実施例では、結晶核の原料として素子近傍に原子群を何等かの方法で形成し、その原子群より、原子を移動させ、結晶核成長を促す核を並べる。本実施例では、電極の金属膜2の一部を原子群として使用するが、他の方法を使用しても問題ない。

【0040】このようにして配列した核が図6(A)における13である。このように格子状に配列された原子集合を核13として核形成核として使用して結晶成長させ、図6(B)のような微粒子分散型薄膜14を形成させる。結晶成長の方法についても多くの方法が知られており、本発明はそれらの公知の方法を用いることができる。その結果他の実施例同様、任意の格子配置の微粒子分散型薄膜素子が形成され、従来例と同様に電子が放出できる。

【0041】また、微粒子の配置については、実施例1で述べたように、STMの位置制御の精度に依存して、実際の工程では、設計上要求されるように同一間隔で微

8

粒子を配置できないことが起こる。例えば、電界放出においては、微粒子間の距離依存性が強く、制御して配置したつもりが、却って不均一性を増す事を起こす事がある。本発明の電子放出素子においても、その微粒子間隔依存性は強い事が知られている。そのため、STMの精度によっては、図1(A)のような設計をせず、図1(B)のように、設計上各粒子間の位相をズラすように設計してもよい。この事によって、最隣接点は2倍となり、STMの位置精度の不良による設計位置とのズレは、最隣接点の増加による平均効果によって緩和され、位置電子放出の不均一性は改善されることとなり、設計上期待される電子放出均一性を得られる事となる。

【0042】ここで、本実施例では、位相を180度、あるいは0度のもののみを例に挙げたが、各行間あるいは各行間の位相あるいは、周期の変化の具合を設計時に変化、変調させる事は容易であり、本発明の方法を使用すれば可能である。

【0043】また更に、図1(A)、(B)において、微粒子の縦方向の数、横方向の数は、厳密な意味は持たず、複数個(1個を含む)であれば問題ない。特に、紙面横方向、即ち電極間の断面上に存在する微粒子の数は、素子の特性に依存して、特に制御されるものであり、最小1個から、1000個またはそれ以上まで、多くの素子形状がある。本発明の素子はそれらの素子をも含むものである。

【0044】実施例4

本実施例では、絶縁体上に、走査トンネル顕微鏡の探針の針先を離脱させる事により微粒子を格子状に配置、形成することにより、実効的に微粒子分散型薄膜を形成し、電子放出部を形成した事の特徴とする電子放出素子及びその製造方法についてのべる。探針の材質としては、白金、タングステン、カーボングラファイト等が挙げられる。

【0045】図7は電子放出素子の中央部分の断面図であり、実際は図6と同様に、電極が両側に形成されている。1は基板である。

【0046】STMの探針4は非常に細く、離散的な原子集合10として見なすことができる。そのため、特定のパルス電圧を印加することによって、針先の原子は不安定状態となり、基板1近傍では原子は、電磁的な相互作用によって固まり(図7(B))、図7(C)の原子群12のように基板上に微粒子を実効的に形成する。

【0047】このようにして、基板上の任意の場所に任意の配列で微粒子を格子状に形成する事ができ、図1(A)または(B)のような微粒子分散型薄膜を形成する。その結果、他の実施例と同様に任意の格子配置の微粒子分散型薄膜素子が形成され、従来例と同様に電子を放出できる。

【0048】また、微粒子の配置については、実施例1で述べたように、STMの位置制御の精度に依存して、

実際の工程では、設計上要求されるように同一間隔で微粒子を配置できないことが起こる。例えば、電界放出においては、微粒子間の距離依存性が強く、制御して配置したつもりが、却って不均一性を増す事を起こす事がある。本発明の電子放出素子においても、その微粒子間隔依存性は強い事が知られている。そのため、STMの精度によっては、図1(A)のような設計をせず、図1(B)のように、設計上各粒子間の位相をズラすように設計してもよい。この事によって、最隣接点は2倍となり、STMの位置精度の不良による設計位置とのズレは、最隣接点の増加による平均効果によって緩和され、位置電子放出の不均一性は改善されることとなり、設計上期待される電子放出均一性を得られる事となる。

【0049】ここで、本実施例では、位相を180度、あるいは0度のもののみを例に挙げたが、各列間あるいは各行間の位相あるいは、周期の変化の具合を設計時に変化、変調させる事は容易であり、本発明の方法を使用すれば可能である。

【0050】また更に、図1(A)、(B)において、微粒子の縦方向の数、横方向の数は、厳密な意味は持たず、複数個(1個を含む)であれば問題ない。特に、紙面横方向、即ち電極間の断面上に存在する微粒子の数は、素子の特性に依存して、特に制御されるものであり、最小1個から、1000個またはそれ以上まで、多くの素子形状がある。本発明の素子はそれらの素子をも含むものである。

【0051】実施例5

STMには広義の露光を行うことが可能である事が知られている。図8は、電子放出素子の中央部分の断面図であり、実際は、図2(A)同様に電極が両側に形成されている。

【0052】このとき、絶縁体基板1上に形成された導電性薄膜3上に更に電子線用感光材薄膜15(例えば、PMMP)を形成し、走査トンネル顕微鏡の探針4によって電子あるいは電界によって露光現象(図8(B))し、図8(C)の16のように感光材薄膜をパターンニングし、その後エッチングビーム19によりエッチングを行う事により、実効的に微粒子分散型薄膜5を形成することによって電子放出部を形成するような製造方法を行ってもよい。

【0053】このとき、露光の代わりに実施例1のようにSTMの探針によって、感光材薄膜の切削を行ってもよい。この場合は薄膜の材質は感光材である必要はない。このようにして通常のパターンニング露光、現象、真空蒸着の手順で他の実施例と同様の結果を得られることは自明である。

【0054】また、微粒子の配置については、実施例1で述べたように、STMの位置制御の精度に依存して、実際の工程では、設計上要求されるように同一間隔で微粒子を配置できないことが起こる。例えば、電界放出に

においては、微粒子間の距離依存性が強く、制御して配置したつもりが、却って不均一性を増す事を起こす事がある。本発明の電子放出素子においても、その微粒子間隔依存性は強い事が知られている。そのため、STMの精度によっては、図1(A)のような設計をせず、図1(B)のように、設計上各粒子間の位相をズラすように設計してもよい。この事によって、最隣接点は2倍となり、STMの位置精度の不良による設計位置とのズレは、最隣接点の増加による平均効果によって緩和され、位置電子放出の不均一性は改善されることとなり、設計上期待される電子放出均一性を得られる事となる。

【0055】ここで、本実施例では、位相を180度、あるいは0度のもののみを例に挙げたが、各列間あるいは各行間の位相あるいは、周期の変化の具合を設計時に変化、変調させる事は容易であり、本発明の方法を使用すれば可能である。

【0056】また更に、図1(A)、(B)において、微粒子の縦方向の数、横方向の数は、厳密な意味は持たず、複数個(1個を含む)であれば問題ない。特に、紙面横方向、即ち電極間の断面上に存在する微粒子の数は、素子の特性に依存して、特に制御されるものであり、最小1個から、1000個またはそれ以上まで、多くの素子形状がある。本発明の素子はそれらの素子をも含むものである。

【0057】以上、5つの実施例について述べたが、本発明において使用する薄膜、基板等の材料は制限することなく広範囲のものを使用することができる。また、微粒子分散型薄膜の微粒子半径については、数Åから数十nmの範囲で、電子放出素子が電子を放出するような状態であればどのようなものでも良い。

【0058】また、微粒子間の距離についても、通常数Åから数十nmであるが、同様に、電子放出を可能とさせるような状態であれば、どのような間隔でもかまわない。微粒子効果と同様な効果を得る範囲であるならば極端な場合として、弱く結合、つまり接触していてもよい。ただし、好ましくは微粒子の半径及び間隔は共に1から10nmがよい。

【0059】微粒子分散型薄膜の材料についても、同様に電子放出を行い得るような導電性を持ったものであれば何であってもよい。本実施例で、特にその材料の具体例を挙げるならばPd, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb等の金属、PdO, SnO₂, In₂O₃, PbO, Sb₂O₃等の酸化物、HfB₂, ZrB₂, LaB₆, CeB₆, YB₄, GdB₄等の硼化物、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC等の炭化物、TiN, ZrN, HfN等の窒化物、Si, Ge等の半導体、カーボン、AgMg, NiCu, Pb, Sn等である。

【0060】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明の電子放出素子によれば、

1) 電子放出部となる微粒子配置の設計が可能となり、素子の改良が容易になり、素子間のバラツキが激減する。

2) 微粒子の材料が自由に選べ、金、銀、 SnO_2 、ITO等に限定されず仕事関数の小さい材料の使用も原理的に可能となり、放出電子の電流の大電流化が可能となる。

などの効果が得られる。また、本発明の電子放出素子の製造方法によれば、上記の特性を有する素子を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子放出素子の要部概略図である。

【図2】本発明の電子放出素子の製造方法の一例を示す要部概略図である。

【図3】本発明の電子放出素子の製造方法の他の例を示す要部概略図である。

【図4】実施例2、4の電子放出素子の製造方法の説明図である。

【図5】実施例2の電子放出素子の製造方法の説明図である。

【図6】本発明の電子放出素子の製造方法の他の例を示す要部概略図である。

【図7】本発明の電子放出素子の製造方法の他の例を示

す要部概略図である。

【図8】本発明の電子放出素子の製造方法の他の例を示す要部概略図である。

【図9】従来の電子放出素子を示す要部概略図である。

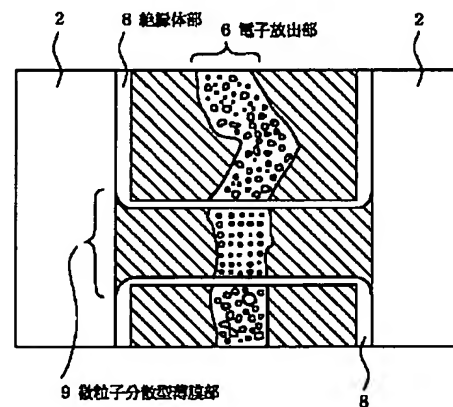
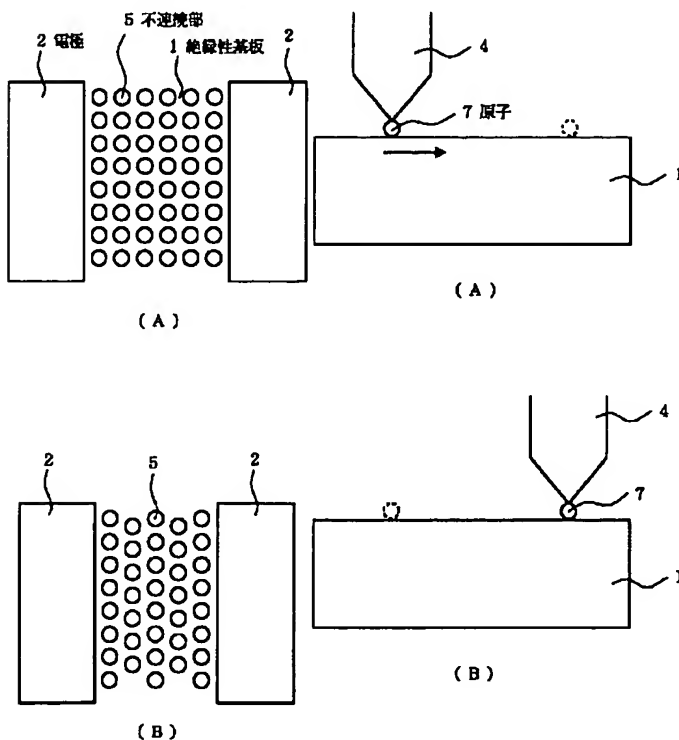
【符号の説明】

- 1 絶縁体基板
- 2 電極
- 3 導電性薄膜
- 4 STMの探針
- 5 本発明によって製造された微粒子分散型薄膜の不連続部
- 6 従来の例で示された微粒子分散型薄膜の電子放出部
- 7 原子
- 8 絶縁体部
- 9 本発明の製造方法を施した微粒子分散型薄膜部
- 10 STM探針の針先の原子集合
- 11, 12 原子群
- 13 核成長を促すための核
- 14 核成長によって形成された微粒子分散型薄膜の不連続部
- 15 感光材薄膜
- 16 パターンニング露光現像された感光材薄膜
- 17 露光
- 18 パターンニング露光された部分
- 19 エッチングビーム

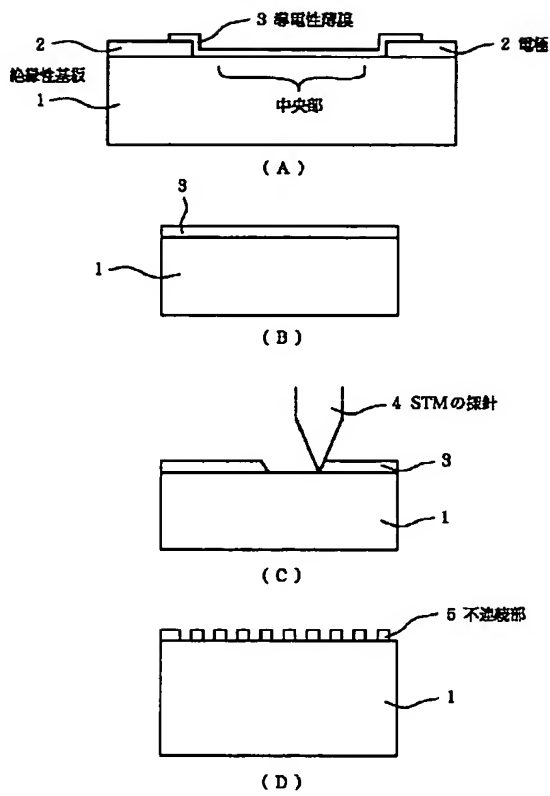
【図1】

【図4】

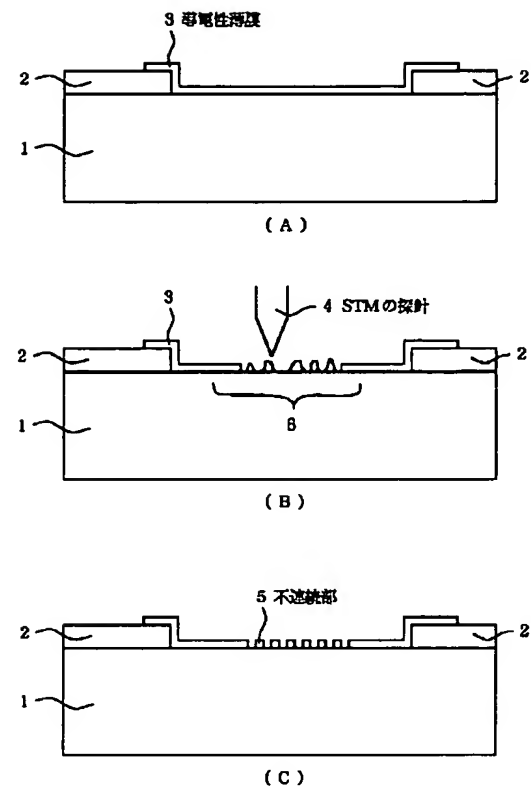
【図5】



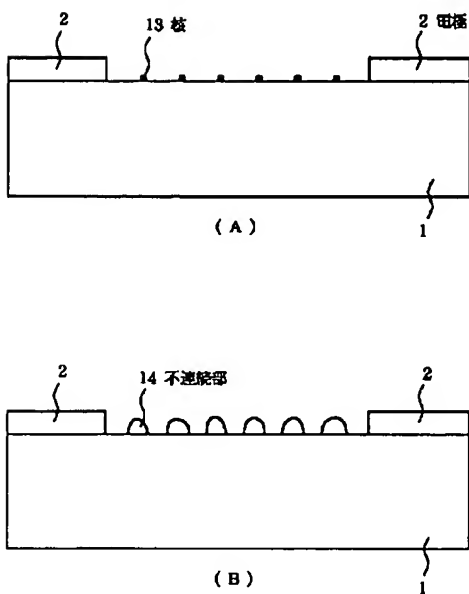
【図2】



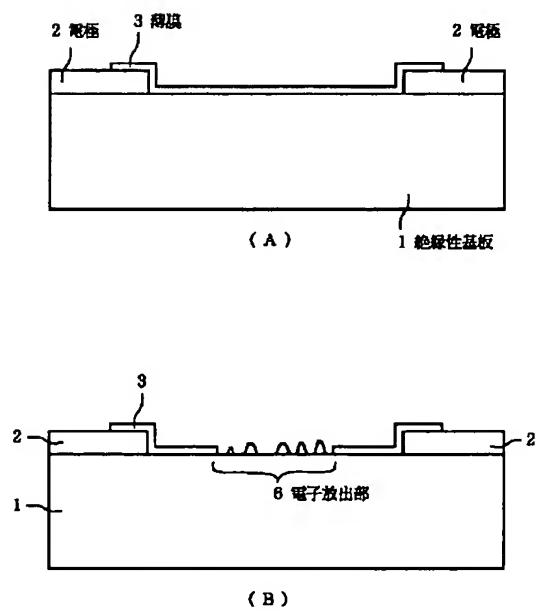
【図3】



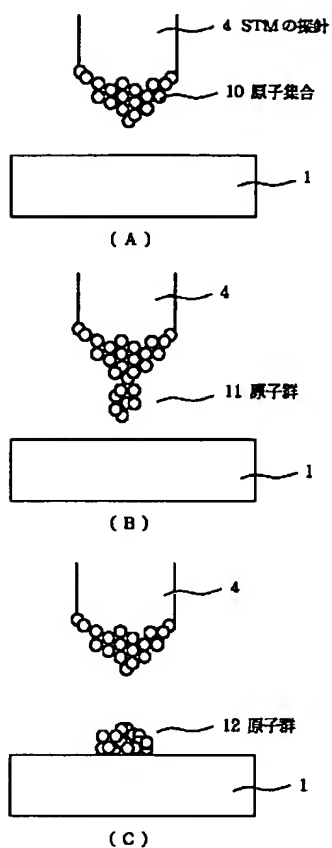
【図6】



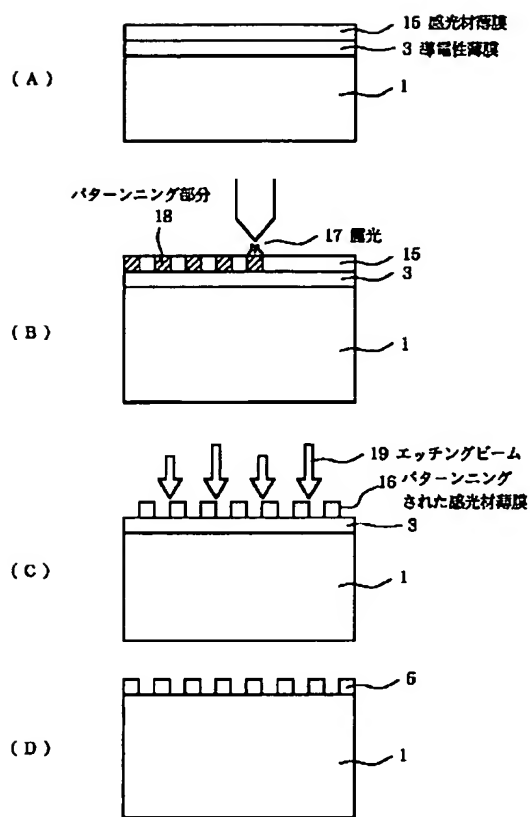
【図9】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 野間 敬
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 奥田 昌宏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 杉岡 秀行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 長田 芳幸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内